4P00/2747
4

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **17 MARS 2000**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIÈGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI DATE DE REMISE DES PIÈCES 18.03.99 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL 99 03226 DÉPARTEMENT DE DÉPÔT 75 DATE DE DÉPÔT 16 MARS 1999	1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Christian SCHMIT et Associés 8, place du Ponceau 95000 CERGY
--	---

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle <input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> demande divisionnaire <input type="checkbox"/> certificat d'utilité <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen Établissement du rapport de recherche <input type="checkbox"/> différé <input checked="" type="checkbox"/> immédiat Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	n° du pouvoir permanent références du correspondant 10123 téléphone <input type="checkbox"/> brevet d'invention <input type="checkbox"/> certificat d'utilité n° date
--	---

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

Connecteur optoélectronique optiquement compatible

3 DEMANDEUR (S) n° SIREN 3 4 9 5 6 6 2 4 0 code APE-NAF Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination FRAMATOME CONNECTORS INTERNATIONAL	Forme juridique Société Anonyme
Nationalité (s) Française Adresse (s) complète (s) TOUR FRAMATOME 1, place de la Coupole 92400 COURBEVOIE	Pays FRANCE

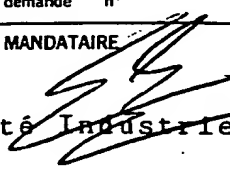

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs ☐ oui ☒ non Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES ☐ requise pour la 1ère fois ☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande

7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n° date n° date	8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (nom et qualité du signataire) Christian SCHMIT Conseil en Propriété Industrielle N° 92 1225	SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI  
---	---	--



BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITE

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 Paris Cédex 08
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9503226

TITRE DE L'INVENTION :

Connecteur optoélectronique optiquement compatible

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

Christian SCHMIT du Cabinet Christian SCHMIT et Associés
8, place du Ponceau
95000 CERGY

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

Bernard ROBERT,
El Mostafa ZINDINE et
Bernard BRICE
domiciliés Cabinet Christian SCHMIT et Associés
8, place du Ponceau
95000 CERGY

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Le 16 mars 1999
Christian SCHMIT

DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDECATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
PZ 2/2				29.03.1999	DP 07 JUIN 1999

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

RETRAIT

Connecteur optoélectronique optiquement compatible

La présente invention a pour objet un connecteur optoélectronique optiquement compatible utilisable en particulier lorsque des hauts débits de transmission sont rencontrés. De tels hauts débits sont par exemple rencontrés dans le domaine des télécommunications, notamment pour l'interconnexion de centraux téléphoniques de type SDH. Chaque canal d'un tel central doit en effet assurer un débit de l'ordre de 622 Mbits. Les prévisions de développement requièrent que ces débits soient portés à 2,5 puis à 10 Gbits. De tels hauts débits sont par ailleurs rencontrés dans des espaces plus confinés. Par exemple dans un réseau local d'ordinateurs ou dans un avion. Les besoins en débit peuvent alors être également élevés du fait de transmissions de signaux d'image. En outre, à l'intérieur d'un même équipement, par exemple pour la connexion entre plusieurs tiroirs électroniques d'une même armoire électronique, il peut être prévu des débits très importants.

Pour assurer la transmission d'informations de ce type et ne pas être gêné par des problèmes de diaphonie ou de bruits électromagnétiques, on utilise de préférence des liaisons optiques. L'invention concerne en fait toutes les liaisons optiques dans lesquelles en définitive un grand débit d'information doit être acheminé.

L'élaboration des informations sous une forme électrique et leur transmission sous une forme optique nécessitent la réalisation de coupleurs optoélectroniques. Dans une première philosophie, il a été développé des équipements dans lesquels une carte électronique comporte un tel coupleur optoélectronique. Dans ce cas, la carte électronique est accessible de l'extérieur par un connecteur optique. Toutefois, une telle solution impose de réserver de la place sur une telle carte électronique pour effectuer les transformations électriques-optiques. Dans un souci de miniaturisation une autre philosophie tend à s'imposer. Dans cette autre philosophie le coupleur fait partie intégrante d'un connecteur. Avec ce type d'évolution, on voit par exemple apparaître sur le marché des harnais. De tels harnais comportent un câble et des connecteurs optoélectroniques à chacune de ses extrémités. Dans un harnais les connecteurs sont montés sur le câble. Dans l'invention on envisage aussi, éventuellement, la fabrication de tels harnais. Mais plus

généralement dans l'invention, on prévoit que les connecteurs pourraient être distribués séparément des câbles.

Un connecteur optoélectronique selon l'invention comporte alors un port électrique relié à un coupleur lui-même relié à un port optique. Un câble
5 à relier au port optique est un câble optique. A une autre extrémité d'une liaison, une transformation inverse est réalisée, un autre connecteur est monté. Pour l'utilisateur, de part et d'autre du câble les liaisons sont électriques. La transformation optoélectronique est transparente pour l'utilisateur. L'avantage de ces solutions est bien entendu un gain de place
10 sur les cartes électroniques qui n'ont plus à incorporer une fonction de couplage. Un autre avantage est une simplicité d'utilisation. Seule subsiste une contrainte d'alimentation électrique du coupleur, mais celle-ci se réalise au travers du port électrique.

Une telle réalisation présente cependant l'inconvénient d'être
15 onéreuse à la fabrication. En effet, les technologies impliquées dans un tel connecteur nécessitent le respect rigoureux de contraintes physiques diverses. Ainsi, du côté du port électrique, compte tenu des hauts débits d'informations (par exemple de l'ordre de quelques Gbits), il est nécessaire de se prémunir d'une manière efficace contre les bruits radioélectriques.
20 Dans le coupleur, il est nécessaire de tenir compte des problèmes de dissipation thermique des transducteurs utilisés. En effet les transducteurs connus, des diodes lasers, peuvent consommer jusqu'à 100 milliwatts par unité. La dissipation thermique liée au fonctionnement du transducteur provoque un échauffement de ce transducteur d'où il suit une dérive de sa
25 fréquence de fonctionnement.

Les problèmes de coût amènent quant à eux à la réalisation d'ensembles multifibres. En effet le montage d'un connecteur pour une seule fibre optique étant onéreux, on réduit sensiblement les prix en prévoyant des connexions de nappes de fibres optiques. Par exemple, on connaît des
30 réalisations dans lesquelles vingt fibres optiques sont reliées à un connecteur. Mais une telle réalisation, si elle conduit à réduire le prix de revient par fibre optique du connecteur ne correspond pas correctement au besoin. Avec de telles réalisations, l'utilisateur peut avoir accès soit à un connecteur avec de très nombreuses fibres optiques soit à un connecteur
35 avec une fibre optique unique : mais le prix est élevé dans les deux cas.

Dans l'invention, on cherche des liaisons optoélectroniques dans lesquelles on puisse bénéficier d'une modularité : l'utilisateur pouvant à la demande associer un nombre désiré de fibres optiques pour satisfaire son besoin.

La réalisation d'ensembles multifibres conduit par ailleurs à des
5 difficultés spécifiques. En effet du fait de la consommation thermique, les diodes lasers doivent être séparées les unes des autres avec un espace conséquent à l'intérieur du connecteur. De même, lorsque le connecteur optoélectronique est monté sur une carte électronique, les diodes laser sont
10 espacées pour pouvoir y être montées. Par ailleurs, il faut pour pouvoir se connecter à ce type de connecteur, approcher une terminaison d'une fibre optique de l'élément rayonnant optique du coupleur. Or les connecteurs optiques multifibres possèdent une répartition, normalisée, des terminaisons optiques. Dans cette répartition normalisée les terminaisons sont proches les unes des autres. Il est alors nécessaire de créer un guide d'ondes dans le
15 connecteur optoélectronique. Ce guide d'ondes permet une adaptation géométrique entre l'espacement, nécessairement important entre les diodes lasers montées dans le connecteur optoélectronique et un espacement proche des terminaisons des fibres optiques présentées dans un connecteur optique normalisé. La réalisation d'un tel guide d'ondes complique le
20 coupleur. Ce guide d'ondes doit lui également souscrire aux contraintes évoquées ci-dessus.

En pratique pour réaliser de tels connecteurs optoélectroniques, il est utilisé des diodes lasers réalisées en technologie Vcsel, qui signifie Vertical
25 cavity solid emitting laser. Avec de telles diodes lasers à cavité solide verticale, le rayonnement laser est en fait diffusé dans un cône de diffusion dont l'ouverture angulaire est de l'ordre de huit à douze degrés. Il devient plus facile de placer en face d'un tel cône une terminaison de fibre optique pour prélever le signal optique émis. Cependant la présence du guide d'ondes évoqué ci-dessus implique la réalisation de deux interfaces
30 optiques. Une première interface est située entre la diode laser et l'entrée du guide d'ondes. Une deuxième interface est située à la sortie du guide d'ondes et à l'entrée du connecteur optique. Ces deux interfaces conduisent à des pertes d'insertion qui elles-mêmes sont combattues en améliorant la qualité des terminaisons optiques des fibres du connecteur optique et/ou du
35 guide d'ondes. Par exemple ces extrémités des fibres sont polies selon un

polissage plan ou sphérique. Si le polissage est plan, de préférence il est incliné légèrement par rapport à la direction incidente de l'émission optique pour ne pas provoquer de réflexions parasites, à la fois du côté de l'interface avec la diode laser et du côté de l'interface avec le connecteur optique. En
5 définitive la présence de ce guide d'ondes se traduit par une réalisation complexe et coûteuse si on veut éviter qu'elle soit génératrice de pertes de transmission.

Par ailleurs, le port électrique qui achemine les données doit être particulièrement bien blindé pour éviter les parasites électromagnétiques. Ce
10 blindage peut être classiquement réalisé par des agencements de cloisons métalliques. Ce type de solution cependant n'est pas compatible avec des objectifs de miniaturisation et de caractère modulaire d'un connecteur optoélectronique recherché. Ou alors, l'outillage de fabrication devient tellement fin que sa manipulation s'oppose à des fabrications en très
15 grandes séries.

En résumé les solutions de connecteurs optoélectroniques de l'état de la technique sont onéreuses, ne sont pas modulaires et ne sont pas d'une qualité de transmission aussi bonne qu'on le souhaiterait.

L'invention a pour objet de remédier à ces inconvénients en proposant
20 une solution d'intégration des diodes lasers dans le connecteur optoélectronique qui résout tous ces problèmes simultanément. Selon un premier mode de réalisation de l'invention, des diodes lasers sont réalisées dans une technologie à l'arséniure de gallium (AsGa), faiblement dissipatrice. A l'aide d'une technique de report, ces diodes lasers sont alors
25 placées directement sur un circuit intégré qui comporte des circuits de pilotage, d'alimentation et d'amplification des signaux transformés par les diodes lasers. Ce report direct permet de s'affranchir d'un circuit imprimé ou d'un circuit hybride qui, dans l'état de la technique permet d'associer les diodes laser et les différents circuits électroniques nécessaires pour les faire
30 fonctionner.

Le fait de reporter des diodes lasers, notamment à l'arséniure de gallium sur un circuit intégré qui comporte toutes les fonctions utiles à ces diodes, permet de les y placer avec un espacement entre elles tel qu'il soit égal à l'espacement avec lequel seront présentées des terminaisons des
35 fibres optiques dans le connecteur optique normalisé. En agissant ainsi, on

est alors directement compatible avec une répartition normalisée d'un connecteur optique. Dans ces conditions il devient inutile d'interposer un guide d'ondes optiques entre le coupleur optoélectronique et le port optique. De ce fait, des pertes d'insertion dans les fibres optiques sont moins grandes. De ce fait, le soin apporté à la réalisation des connecteurs optiques devient moins critique, tout en assurant un meilleur rendement optique. Bien entendu le coût du connecteur est réduit du fait de l'absence de ce guide d'ondes interposé.

En outre, ce circuit intégré est lui-même placé directement dans un boîtier du connecteur optoélectronique, sans être placé dans un boîtier intermédiaire qui le contiendrait. Des plots de contact de ce circuit intégré sont connectés à des plages métallisées réalisées dans une cavité de ce boîtier. D'autres plots de ce circuit intégré sont aussi connectés à des plots de contact d'une ou de plusieurs diodes lasers reportées sur ce circuit intégré. Ces connexions sont réalisées par des techniques de microconnexion du type à liaison par fil (wire bonding), du type à arrangement de boules de soudures (Ball Grid Array, BGA), ou du type à films anisotropique. Le boîtier ainsi réalisé est alors suffisamment fin pour pouvoir être empilable à volonté et pour permettre de constituer des connecteurs optoélectroniques modulaires, avec un nombre de ports électriques et/ou optiques déterminé à volonté.

La solution aux problèmes de blindage est alors de préférence obtenue en réalisant un boîtier du connecteur en technologie MID. Avec une telle technologie, on sait métalliser en une passe une partie d'une structure, un boîtier, en plastique ou en un autre matériau. Dans l'invention, on réalise dans cette structure des réceptacles mécaniques destinés à recevoir des contacts, mâles ou femelles, du port électrique. Ces réceptacles ont par exemple une forme de tube cylindrique. Par leur fond métallisé ils sont reliés à un contact qui y est introduit. On métallise en plus la surface extérieure de ces tubes, et on relie cette métallisation extérieure à un contact de masse. La métallisation extérieure sert de blindage. Au besoin on surmoule sur cet ensemble le reste de la structure. En agissant ainsi, avec des métallisations en une ou deux passes, on se débarrasse de la manipulation des cloisons. Le procédé peut facilement être adapté à des fabrications en grandes séries car les structures sont de préférence moulées.

L'invention a donc pour objet un connecteur optoélectronique comportant un boîtier, un port optique, un port électrique, un circuit optoélectronique disposé dans ce boîtier et relié à ces deux ports, caractérisé en ce que le circuit optoélectronique comporte une puce de circuit intégré de commande, et d'émission ou détection des diodes d'un jeu de diodes laser étant reportées sur le circuit intégré, un espace entre les diodes laser reportées sur ce circuit intégré étant égal à un espace de terminaisons de fibres optiques dans le port optique.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- Figure 1 : une représentation en perspective d'un connecteur optoélectronique selon l'invention ;

- Figures 2a et 2b : deux représentations en coupe, perpendiculaires entre elles, d'un module de connecteur optoélectronique selon l'invention ;

- Figure 3 : une représentation en perspective schématique d'un mode de réalisation du boîtier et du port électrique du connecteur de l'invention ;

- Figure 4 : un mode de réalisation d'un circuit intégré utilisable dans le connecteur de l'invention.

La figure 1 montre en perspective un connecteur optoélectronique selon l'invention. Celui-ci comporte un boîtier 1, un port optique 2 et un port électrique 3. Il comporte également un circuit optoélectronique 4 relié à ces deux ports. Le circuit optoélectronique 4 est une puce de circuit intégré de commande et d'émission ou détection. Le circuit 4 est nu c'est-à-dire qu'il est présent dans le boîtier 1 sans boîtier de conditionnement propre. Le circuit 4 est un circuit intégré présentant les diodes laser et leur commande. Dans un exemple, le circuit intégré 4 comporte des circuits d'alimentation 5, de pilotage 6 et d'amplification et de mise en forme 7 pour commander des diodes lasers telles que 8. Les circuits 5, 6 et 7 sont intégrés sur même substrat semi-conducteur 9, par exemple classiquement en silicium. Dans un exemple de réalisation préférée, le substrat 9 a une dimension de l'ordre de 4 mm par 4 mm. La surface de circuit intégré ainsi dégagée est suffisante pour contenir tous les circuits 5, 6 et 7 nécessaires pour piloter deux ou quatre diodes lasers telles que 8. Le circuit intégré 4 possède en surface, ici supérieure, des plots de connexion 10. Ces plots 10 sont reliés directement

à des métallisations 11 du boîtier 1. Ces liaisons peuvent être réalisées de diverses façons. Dans un exemple, les liaisons électriques sont des liaisons filaires du type dit "wire bonding" (liaison par fil). Ce type de liaison est réalisé par une machine automatique capable de débiter un fil très fin et d'en souder une extrémité d'une section 12 sur un plot 10 et une autre extrémité sur une métallisation 11 du boîtier. Ces machines sont de type connu. La particularité de l'invention se situe ici dans le fait que le boîtier du connecteur optoélectronique 1 porte directement les métallisations 11 reliées aux plots 10.

Comme on le verra plus loin, les diodes 8 ne sont pas directement implantées dans le circuit intégré mais y sont de préférence reportées. En effet les diodes lasers utilisées seront de préférence des diodes à l'arséniure de gallium, AsGa. Ces diodes 8 possèdent également des plots de connexion 13. Les plots 13 sont reliées par la même machine de liaison à des plots 14 du substrat du circuit intégré.

La technique de liaison par fil n'est pas la seule possible. Il existe également la technique BGA dans laquelle des boules de soudure sont déposées sur les plots tels que 14 et 10 et sont fondues au moment où ils sont mis en contact avec des métallisations 11 ou des plots 13 d'un autre élément de circuit. Il existe également une autre technologie dite de connexion par film anisotropique. Toutes ces techniques de connexion microscopiques peuvent être utilisées pour réaliser la connexion du circuit intégré 4 dans le boîtier 1 et des diodes 8 sur le substrat du circuit 4. Dans l'exemple représenté le circuit 4 est par exemple collé au fond du boîtier 1.

Le boîtier 1 pour être très petit est un boîtier du type avec des métallisations. Il est par exemple réalisé avec une technologie dite MID (Molded Interconnection Device) qui signifie dispositif d'interconnexion par moulage. Sans entrer dans le détail, pour la mise en œuvre d'une telle technique on réalise une forme moulée (en plastique ou en céramique) ayant les reliefs et des formes voulus. On procède ensuite à une attaque chimique sélective d'une surface de la partie moulée avec activation de cette surface avec du palladium. L'attaque sélective est réalisée par exemple par un photomasquage préalable. L'activation de la matière du boîtier qui résulte de cette attaque produit un catalyseur, localement réparti, qui accueille d'une manière efficace une couche de métallisation. La couche de métallisation

obtenue par exemple par dépôt d'un métal adopte la géométrie de l'attaque et permet de réaliser des surfaces métallisées, telle que la languette 11, avec une forme voulue. On peut réaliser cette opération une fois, avec une passe. Il est toutefois possible de surmouler la partie ainsi métallisée par une
 5 autre enveloppe, de matière plastique par exemple, et de recommencer l'opération de métallisation. On obtient alors un boîtier métallisé en deux passes. L'intérêt d'utiliser une métallisation en deux passes permet comme on le verra plus loin de réaliser des blindages électriques efficaces.

Le boîtier 1 comporte également le port optique 2. Ce port optique 2
 10 comporte essentiellement un réceptacle 15 pour recevoir un connecteur optique 16, de préférence un connecteur optique normalisé. Le réceptacle 15 possède des parois qui permettent de guider et d'orienter des parois du connecteur 16. Ainsi guidées par ces parois, des terminaisons optiques de fibres optiques 17 du connecteur 16 sont présentées au rayonnement
 15 lumineux émis par les diodes lasers 8. Dans l'invention, les diodes 8 sont reportées sur le circuit intégré 4. Elles émettent leur rayonnement lumineux sensiblement perpendiculairement à la surface du circuit intégré 4. Le port optique 2 comporte alors par exemple une pièce de guidage 18, munie des parois 15 et possédant en outre, en regard des terminaisons optiques, une
 20 face inclinée 19. La face inclinée 19 est inclinée dans un exemple à 45 degrés par rapport à la perpendiculaire au plan du circuit intégré 4 et par rapport à la direction d'introduction du connecteur 16 dans le port 2. Cette face inclinée 19 est par ailleurs traitée pour être particulièrement réfléchissante, par exemple par une couche de métal déposée sur une pièce
 25 18 en plastique ou en silicium. La face inclinée 19 réfléchit alors le rayonnement émis par les diodes lasers 8 en direction des terminaisons optiques des fibres optiques 17.

Le connecteur 16 démontable peut être également remplacé par un bloc de positionnement non démontable. Ce bloc peut être constitué d'une
 30 pièce plastique moulée de précision (le moulage permet une précision de l'ordre du micromètre) ou d'une pièce silicium avec des vés (V) de positionnement.

Pour assurer un parfait calage de la pièce de guidage 18 par rapport aux diodes 8, le connecteur optoélectronique de l'invention possède deux
 35 caractéristiques principales. Premièrement les diodes 8 sont placées à la

surface du circuit intégré 4 avec un espace entre elles égal à un espace 21 qui sépare deux fibres optiques 17 et 20 consécutives dans le connecteur 16. L'espace 21 est ainsi celui existant entre une diode 8 et une autre diode 22 qui lui est contiguë sur le circuit 4. En outre, la pièce 18 possède un bord de calage 23 qui est placé en butée contre un chant 24 du circuit intégré 4. En agissant ainsi, sans dispositif intermédiaire, on s'assure que les terminaisons optiques des fibres 17 et 20 seront placées au meilleur endroit par rapport aux surfaces d'émission des diodes 8 et 22.

On notera qu'avec l'invention il est possible d'utiliser un connecteur optique 16 du type de ceux disponibles dans le commerce, et de prélever avec lui le signal optique délivré par les diodes 8 et 22. Il suffit simplement que les faces 15 du port optique 2 aient des dimensions correspondant au type du connecteur optique 16 utilisé. Une des faces au moins du port optique 2 possédera un moyen pour bloquer la progression du connecteur optique 16. Par exemple ceci peut être réalisé par un décrochement 25 de cette face, perpendiculaire au sens d'insertion du connecteur optique 16 dans le port 2.

La figure 1 montre le connecteur optoélectronique de l'invention présenté sous la forme d'un module. Chaque module comporte un boîtier 1 ainsi qu'un couvercle 26. Le couvercle 26 est métallisé aux endroits adéquats pour contribuer au blindage correct de la cavité du boîtier 1 dans lequel se trouvent le circuit intégré 4, les diodes lasers et les diverses métallisations. Par exemple, ce couvercle est métallisé sous toute sa surface, sauf à l'endroit du passage des métallisations 11 au-dessus d'un rebord supérieur de la cavité 29. Le couvercle est aussi de type MID. Dans un exemple très schématique, le boîtier 1 possède des reliefs tels que 27 et 28 pour venir s'agripper dans une structure externe globale qui permet d'en contenir, à la demande, un certain nombre. Eventuellement les boîtier 1 et ou le couvercle 26 possèdent des parties en reliefs (notamment du type en queue d'aronde) permettant d'associer deux ou plusieurs modules ensemble.

Les figures 2a et 2b reprennent les éléments de la figure 1 et montrent encore plus clairement le mode de réalisation du boîtier métallisé 1. Dans le fond d'une cavité 29 de ce boîtier 1 sont placés des plots 30 métallisés reliés à des connexions métallisées 31 aboutissant dans le port

électrique 3. D'une manière préférée, et pour faciliter la modularité, le connecteur optoélectronique de l'invention sera un connecteur à deux, quatre, voire huit canaux optiques. Un canal optique peut s'entendre comme un sens aller ou un sens retour de la propagation d'un signal optique, ou
 5 comme un sens aller et un sens retour, ou encore comme un sens de propagation optique d'un signal de données et d'un signal optique d'horloge.

En pratique selon une réalisation préférée, le boîtier de l'invention comportera deux ou quatre fibres optiques reliées. Dans cette version préférée le boîtier comportera cinq pistes métallisées (de type MID) reliées
 10 individuellement à cinq contacts de connexion du port électrique 3. Dans un exemple les contacts de connexion du port électrique 3 sont des contacts femelles 32. Chaque contact est monté dans un logement 33 du port 3 et est connecté par son fond 34 à une extrémité d'une piste métallisée 31. Pour assurer le blindage électromagnétique, chaque logement 33 est entouré d'un
 15 blindage métallique 35 dont la figure 3 montre une représentation en perspective. En pratique pour des raisons d'isolation électrique, on utilisera une métallisation des boîtiers de type MID avec deux passes dans ce cas. La figure 3 montre, pour un tube entourant le logement 33, la métallisation 35 qui blinde le logement. Le reste du port électrique 3 est ensuite surmoulé
 20 sur ces tubes. Les métallisations de blindage sont connectées par ailleurs à des pistes du boîtier reliées à la masse.

La figure 2b montre pour donner une idée de la taille du connecteur, les dimensions, en millimètres du port électrique 3 proposé. Ce port électrique 3 comporte deux contacts de masse 36 et 37 distant l'un de l'autre
 25 de 10,5 millimètres. Les contacts de masse 36 et 37 sont reliés au blindage 35 des broches ainsi qu'à un blindage 38 de la cavité 29. Ce blindage 38 est lui-même relié par un plot 39 et par une connexion métallisée 40 à un plot 41 du circuit intégré 4 et au blindage du couvercle. Dans cette réalisation la distance entre les contacts 32 consécutifs du port électrique 3 est de 2
 30 millimètres. Dans cette réalisation préférée, l'épaisseur 42 du boîtier, y compris son couvercle 26, est de l'ordre de 1,95 millimètres.

La figure 4 montre un exemple préféré de report des diodes lasers sur le circuit intégré 2. Dans une première étape des diodes lasers sont implantées sur un substrat 43 à l'arséniure de gallium. De préférence ces
 35 diodes seront de type Vcsel (Vertical cavity solid emitting laser, laser

d'émission solide à cavité verticale). Des diodes lasers fabriquées selon cette technologie présentent l'avantage de diffuser leur rayonnement non pas dans une seule et unique direction mais selon un cône 44 dont l'ouverture est de l'ordre de six à douze degrés ce qui autorise une tolérance

5 de placement des terminaisons des fibres optiques en regard de cette source lumineuse et qui favorise l'insertion du signal optique dans une fibre optique. En variante les terminaisons des fibres optiques seront polies et peuvent présenter une forme sphérique de manière à tenir compte d'un désalignement de l'orientation de cette terminaison de fibre optique par

10 rapport à la direction d'émission de la diode laser. Dans la solution préférée de l'invention, la face de terminaison des fibres optiques présentée par le connecteur 16 sera légèrement inclinée pour éviter les réflexions par cette face en direction de la diode laser et de la fibre elle-même. En effet de préférence la diode laser, notamment quand elle sera de type AsGa, sera

15 une diode réversible c'est-à-dire capable de fonctionner aussi bien en émission qu'en détection. Autrement, pour la détection on utilise des diodes PIN reportées de la même façon sur le circuit 4. Ou encore les diodes PIN peuvent être directement réalisées par épitaxie sur le circuit 4.

Les éléments de diodes peuvent être fabriqués sur des plaques AsGa de manière collective et très rapprochés les uns des autres. Ainsi une plaque

20 pourra comporter plusieurs milliers de diodes. Ces diodes peuvent être montrées sur la puce silicium, soit individuellement avec des machines classiques de report, soit automatiquement en utilisant une technologie d'assemblage direct. Cette technologie présente l'avantage de ne montrer

25 que les diodes testées, de réduire la complexité du raccordement électrique des diodes et de réaliser d'importantes économies relativement au procédé de fabrication. En agissant ainsi, et de plus en limitant le nombre de fibres optiques connectables, on obtient une réalisation du port optique peu coûteuse et en plus compatible avec des connecteurs optiques 16 du

30 marché.

Dans un exemple les connecteurs optiques 16 sont formés de deux mâchoires 51 et 52 possédant des gorges à profil en V susceptibles de recevoir et positionner des fibres optiques avec une précision meilleure que le micromètre. Des férules existent, où le positionnement des fibres est

35 réalisé non par des vés (V) mais par des trous réalisés dans un bloc de

plastique. L'utilisation de diodes laser dont la taille est de l'ordre de 10 micromètres, couplés avec fibres multimodes dont le cœur fait 6,2 micromètres permet d'avantager de positionner la fibre avec une précision de 10 micromètres, qui est suffisante. Ainsi le connecteur 16 pourra être
 5 remplacé par une pièce de positionnement en plastique de réalisation plus économique.

La technique de report direct des diodes lasers, sur le circuit intégré 2 permet d'envisager des niveaux de tension limités à 1,5 volts au lieu des 5 volts généralement rencontrés dans l'état de la technique lorsque les diodes
 10 lasers sont individualisées dans un boîtier et présentées sur un circuit imprimé. Une telle technologie va donc de pair avec une réduction de la consommation. En pratique, on aboutit à une consommation de l'ordre d'un milliwatt par diode au lieu de dix milliwatts dans l'état de la technique. Dans
 15 ces conditions, il est possible assez facilement de rapprocher les diodes l'une de l'autre et notamment d'en faire tenir au moins deux sur un même substrat 4 sans risquer de dérives importantes des caractéristiques de fonctionnement des diodes du circuit intégré 4 par élévation trop forte de leur température.

En outre la limitation de l'échauffement s'accompagne d'une moins
 20 grande dérive des diodes lasers ce qui induit notamment une simplification des circuits 6 de pilotage (ce qui réduit par ailleurs la dissipation thermique).

La solution présentée dans l'invention offre l'avantage d'être totalement industrielle et de supprimer les opérations manuelles, en les réduisant aux simples opérations de manipulation en évitant les
 25 interventions, notamment sous binoculaire. Elle se prête bien à une fabrication en série. On aboutit alors au résultat recherché de disposer d'un module de connexion optoélectronique dont le prix de revient, au moins pour la connexion de deux fibres optiques, est proportionnellement moindre que le coût de réalisation d'un connecteur pour de nombreuses fibres optiques.
 30 Le procédé de transfert collectif des diodes lasers sur un ou plusieurs circuits intégrés 4 permet de réduire le coût du composant optoélectronique.

En variante la pièce de guidage 18 forme partie intégrante du connecteur optoélectronique. Cette pièce 18 se trouve alors dans le boîtier à une position telle que le miroir 19 soit situé au-dessus des diodes lasers 8. Il
 35 est également envisageable de se passer de la face inclinée 19 en réalisant

des terminaisons de fibres optiques courbées pour que leur section soit présentée face au cône d'émission des diodes 8. Dans une autre variante le circuit intégré 4 est présenté verticalement dans le boîtier 2 de façon à ce que le rayonnement des diodes 8 soit orienté face au sens d'introduction du

5 connecteur 16 dans le port 2. En variante la pièce 18 comporte des mâchoires telles que 51 et 52 pour recevoir des férules de fibres optiques.

REVENDICATIONS

1 - Connecteur optoélectronique comportant un boîtier (1), un port (2) optique, un port (3) électrique, un circuit optoélectronique disposé dans ce boîtier et relié à ces deux ports, caractérisé en ce que le circuit optoélectronique comporte une puce de circuit intégré de commande et d'émission/détection, des diodes laser étant reportées (45) sur le circuit intégré, un espace (50) entre les diodes laser reportées sur ce circuit intégré étant égal à un espace (21) de terminaisons de fibres optiques (17, 20) dans le port optique.

2 - Connecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit optoélectronique comporte un circuit intégré de commande (5-7) et d'émission/détection (8), une paroi (29) interne du boîtier étant munie de connexions (11) métallisées, des plots (10) de ce circuit intégré étant connectés (12) directement aux connexions métallisées du boîtier.

3 - Connecteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les diodes lasers sont des diodes Vcsel, de préférence de type AsGa.

4 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le port optique comporte un miroir (19) incliné, de préférence à 45°.

5 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le port optique comporte une pièce (18) de mise en place de terminaison de fibres optique cette pièce étant en butée (23) sur un chant (24) du circuit intégré.

6 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le port optique comporte un accès limité à deux canaux optiques, et ou en ce que le port électrique comporte des contacts pour des signaux électriques et des contacts pour un signal de masse.

7 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le boîtier est un boîtier de type MID de préférence réalisé à partir d'un procédé avec des métallisations en deux passes, de préférence des métallisations de ce boîtier étant reliées au circuit intégré par des connexions de type BGA, wire bonding ou en technologie à film anisotropique, le blindage de ce boîtier étant aussi de préférence de type MID.

8 - Connecteur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce

que le boîtier est un module et comporte des moyens (27, 28) pour être empilé sur un autre boîtier.

RETRACT

1/2

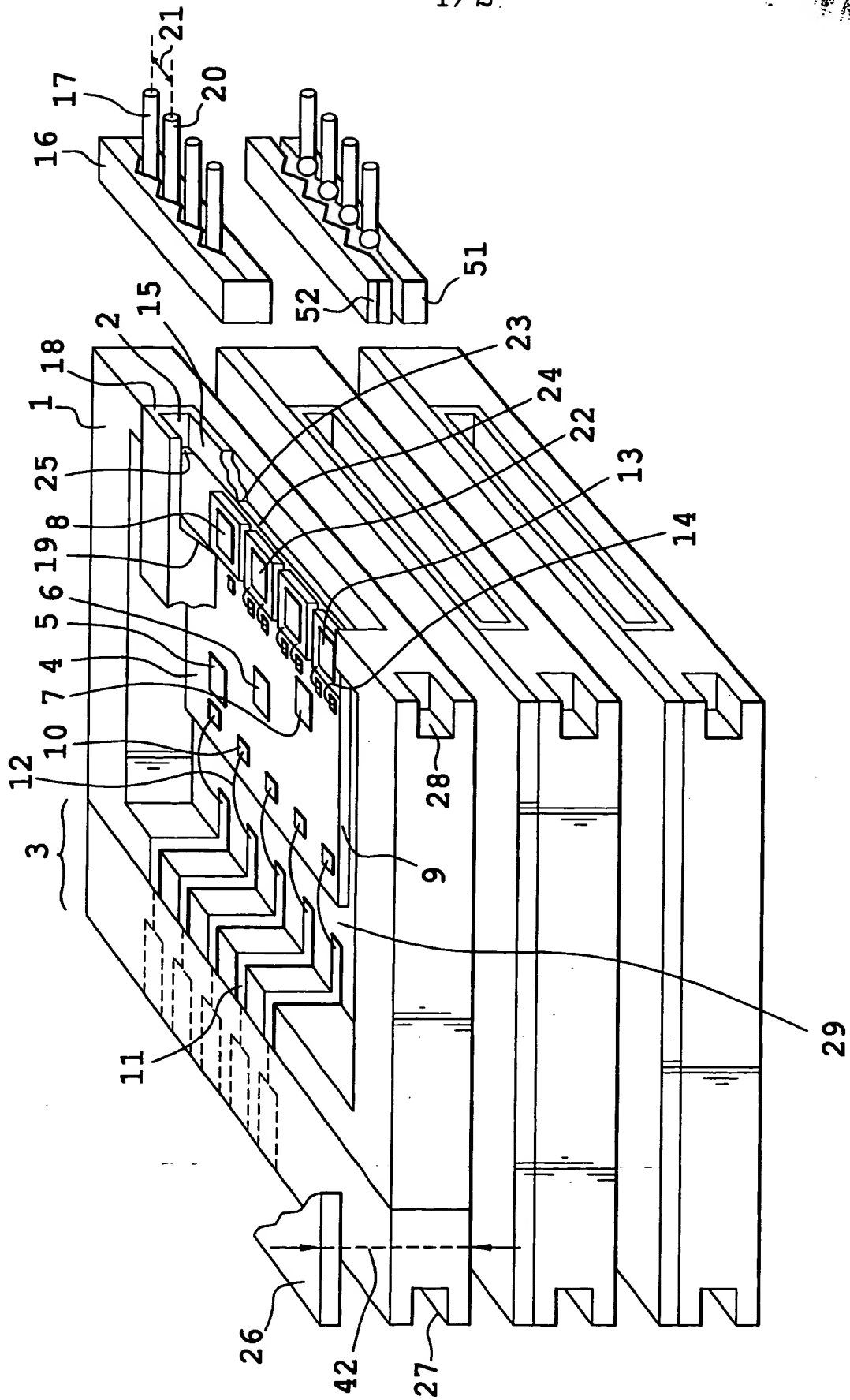


Fig 1

PRIMA

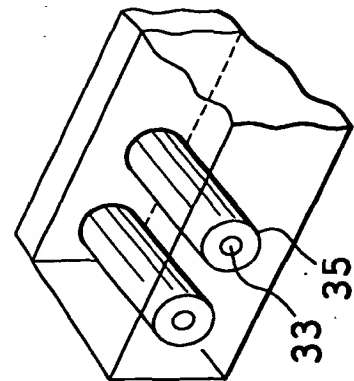
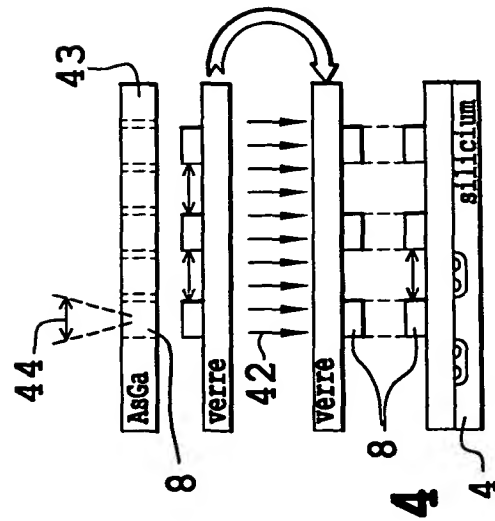
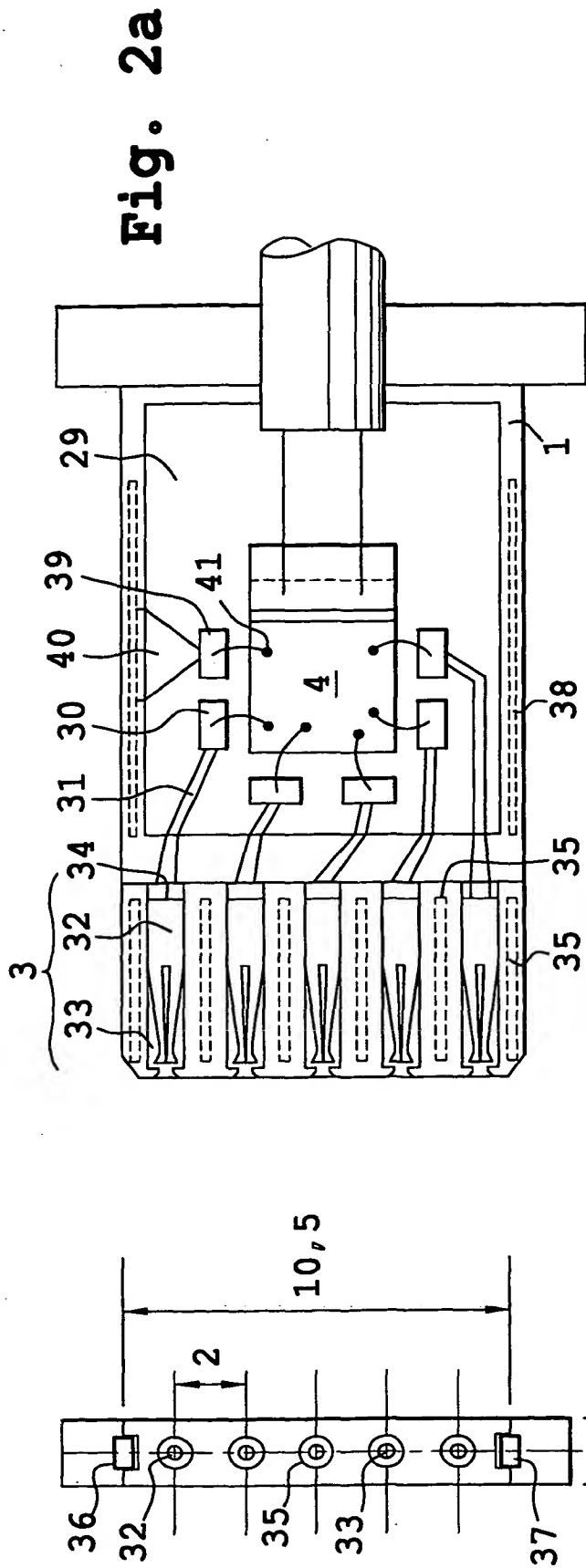
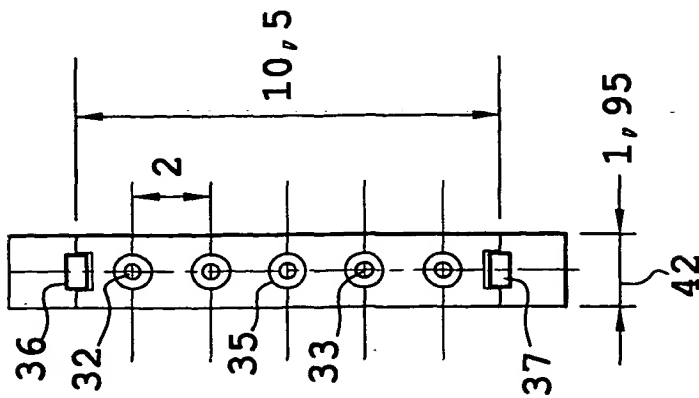


Fig. 2b



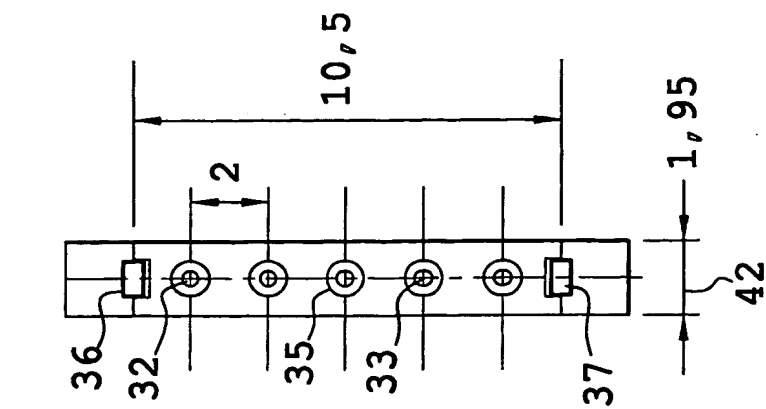


Fig. 2b

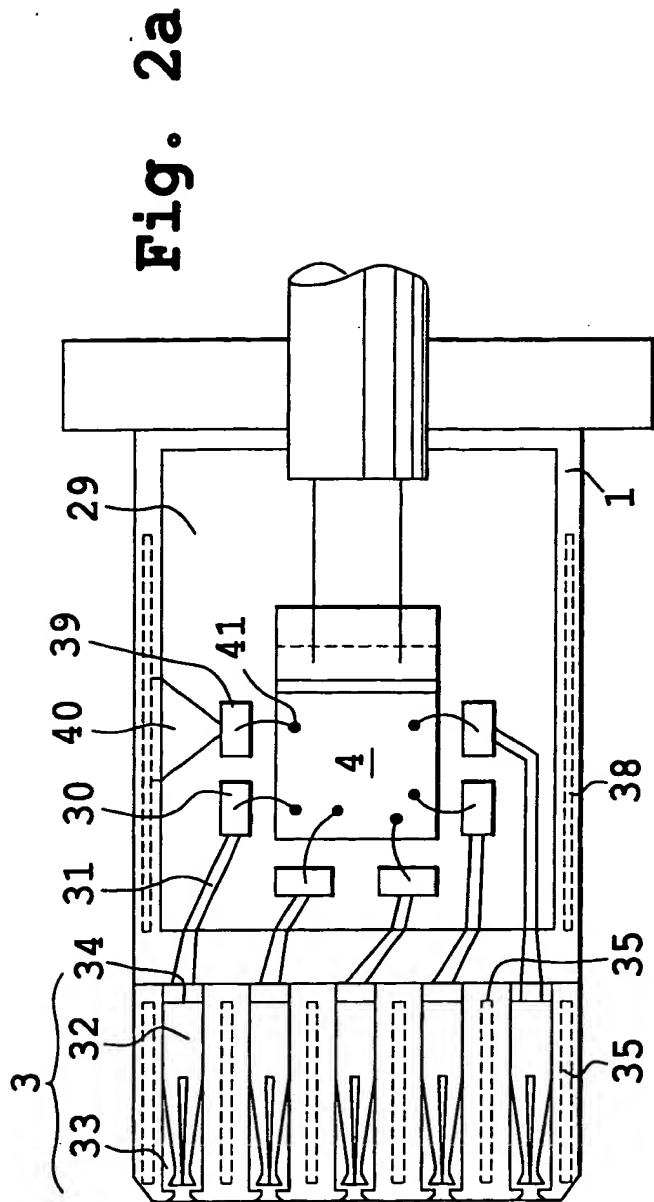


Fig. 2a

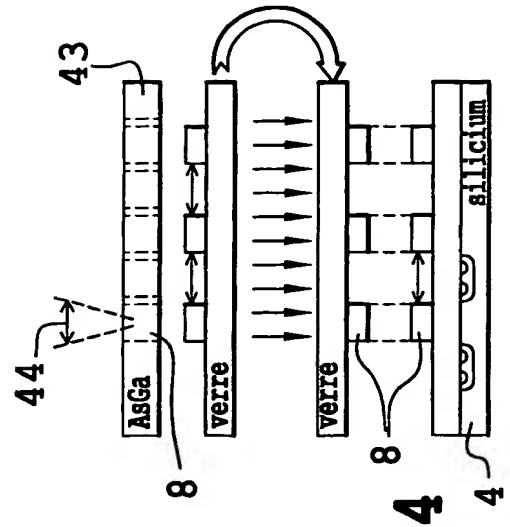


Fig. 4

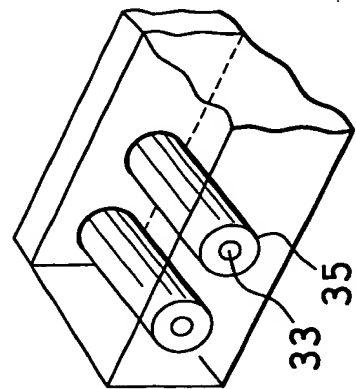


Fig. 3

